

КОКИЛЬНОЕ ЛИТЬЕ ОТРЕЗНЫХ ФРЕЗ

Н. А. ЕРОФЕЕВ и В. А. ЧЕРНИКОВ

Настоящая работа является одной из тем общей проблемы в области литого режущего инструмента, выполняемой кафедрой металловедения Томского политехнического института им. С. М. Кирова под руководством профессора-доктора технических наук А. Н. Добровидова.

Авторы занимались изготовлением и исследованием стойкости отрезных фрез диаметром 140 и толщиной 5 мм, отлитых из быстрорежущей стали в кокиль. Кроме теоретического, работа имела чисто практический интерес, ибо решалась проблема изготовления названного инструмента на машиностроительном заводе.

Авторы надеются, что их опыт будет полезен производственникам, занимающимся изготовлением литого инструмента.

Технология плавки, отливки, термической и механической обработок

Для отливки фрез переплавлялась смесь отходов быстрорежущих сталей марок Р18 и Р9. Такая неточность в химическом составе исходного материала была допущена с учетом того, что в производственных условиях заводов, изготавливающих инструмент для собственных нужд, едва ли возможно организовать надежное разделение всех марок быстрорежущих сталей идущих на переплавку. С другой стороны, было интересно исследовать, как скажется на стойкости инструмента различие в химическом составе переплавляемых сталей по сравнению с составом стандартных марок кованных сталей.

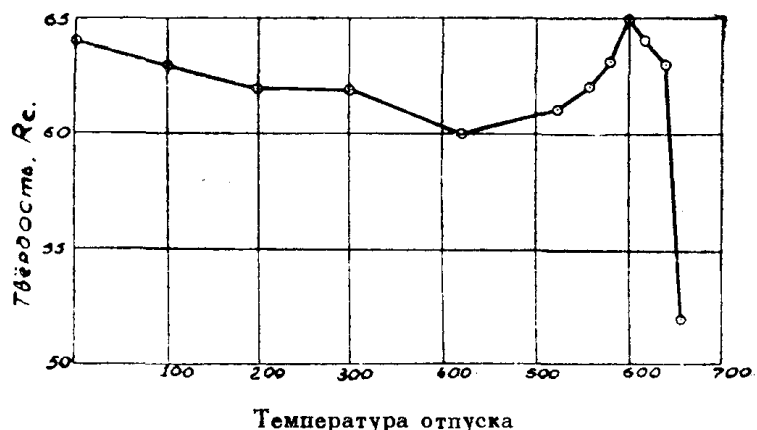
Плавление отходов быстрорежущей стали производилось на высокочастотном генераторе АЗ-46 при напряжении 8—9 кВ и 2,5—3 А анодного тока с пониженной частотой за счет дополнительного введения батареи воздушных конденсаторов. В индуктор установки вмазывался тигель, изготовленный из смеси 80% кварцевого песка и 20% огнеупорной глины, укрепленный асбесто-цементными пластинами. Емкость тигля 2 кг. После тщательного просушивания и прокаливании такой тигель в состоянии выдержать до 60—70 плавов. Отливка фрез производилась в кокиль, изготовленный из стали 3, поскольку стойкость самого кокиля нас не интересовала.

Во избежание образования трещин в отливке, отношение веса отливки к весу кокиля должно быть в пределах $\frac{1}{3} \div \frac{1}{4}$. Заливаемая полость кокиля покрывалась тонким слоем графита или сажи, чем избегались привары и обеспечивалась удовлетворительная чистота поверхности отливки. Перед заливкой кокиль подогревался до 250—300°. Отливка производилась центробежным способом при 500—600 оборотах в минуту на центробежной литейной машине с вертикальным шпинделем конструкции кафедры металловедения. Одновременно расплавлялось 1,2—1,5 кг стали. Для предохранения от выгорания углерода и легирующих элементов зеркало расплавленного металла покрывалось слоем флюса—стекла.

Потери углерода за счет выгорания компенсировались добавлением в расплав быстрорежущего чугуна. Раскислителями служили силико-кальций и алюминий, взятые из расчета 0,1% веса расплава.

В качестве модификаторов применялись ферротитан и ферробор из расчета 0,003% бора и 0,18% титана. Отлитую фрезу в горячем виде извлекали из кокиля и для предохранения от растрескивания переносили в печь, нагретую до 300—350°, в которой она медленно охлаждалась.

Термическая обработка отлитой фрезы заключалась только в отпуске. Опыт кафедры и литературные данные показывают, что температуру отпуска для инструмента из литой быстрорежущей стали следует принимать равной 600—620°. Учитывая специфику отливаемых изделий, было произведено тщательное исследование отпуска отливаемых фрез, результаты которого выражены графиком (фиг. 1).



Фиг. 1. Влияние температуры отпуска на твердость литой стали.

Как следует из этого графика, поведение литой быстрорежущей стали при отпуске аналогично поведению при отпуске закаленной кованой быстрорежущей стали. Разница заключается в том, что интервал температур отпуска, при котором достигается максимальная твердость, сдвинут на 50—60° к более высоким температурам. Такое явление объясняется повы-



Фиг. 2. Зависимость твердости от кратности отпуска

шенной легированностью аустенита литой стали по сравнению с аустенитом кованой, вследствие чего затрудняется его распад при температурах, соответствующих распаду аустенита кованой стали. Многократный отпуск при 600—620° не обнаружил заметного уменьшения твердости, что свидетельствует о повышенной красностойкости литой быстрорежущей стали по сравнению с кованой (фиг. 2). Исходя из указанных результатов, оптимальным

режимом отпуска был принят трехкратный нагрев при 600—620°, с часовой выдержкой каждый раз и последующим охлаждением на воздухе. Твердость фрез после такого отпуска составляла 62—65 единиц по Роквеллу.

При механической обработке у фрез отрезался стояк, производилась шлифовка боковых поверхностей, нарезка и заточка зубьев. Припуск на шлифовку составлял 0,5 мм на сторону, но возможно снизить припуск до 0,3 мм.

Химический анализ отлитых фрез

Химические анализы переплавленной стали дали в среднем следующие результаты ¹⁾:

углерода %	хрома %	вольфрама %	ванадия %
1,12	3,82	10,37	2,29

Как следует из анализа, состав литых фрез не соответствует в точности составу стандартных быстрорежущих сталей, но разница незначительна.

Структура литой стали

Поскольку быстрорежущая сталь относится к типу ледебуритных сталей, в литом состоянии ей присуще наличие ледебуритной эвтектики, отрицательно сказывающейся на механических свойствах этой стали, в частности на ударной вязкости.

Но, во-первых, и кованая закаленная сталь имеет чрезвычайно низкую ударную вязкость а, во-вторых, понижение ударной вязкости из-за наличия ледебуритной эвтектики зависит от величины ледебуритных включений.

Вследствие большой скорости охлаждения отливки при литье в кокиль ледебуритная сетка не получает большого развития; ледебуритные прослойки весьма тонки. Сталь получается мелкозернистой, чему еще способствует введение, как модификаторов, бора и титана. Структура в литом состоянии: скрыто-кристаллический мартенсит с большим количеством остаточного аустенита и ледебуритной эвтектики в виде мелкой сетки. Твердость стали в литом состоянии 62—65 единиц по Роквеллу.

Во время отпуска при 600—620° происходит смягчение мартенсита и распад остаточного аустенита с превращением его в мартенсит. В результате этих взаимнопротивоположных процессов твердость сохраняется на высоком уровне, чем и обеспечиваются необходимые режущие свойства инструменту. Структура отпущенной стали—тросто-мартенсит с ледебуритной эвтектикой в виде сетки.

Испытание фрез на стойкость

Испытание фрез на стойкость производилось в цехе машиностроительного завода. Материалом для испытания служили сталь 3 и сталь X12.

Сравнение результатов стойкости литых и кованых фрез при одинаковой геометрии зуба и одинаковых режимах резания показало, что стойкость литых фрез не меньше стойкости кованых фрез, а некоторые фрезы показали повышенную стойкость в сравнении с коваными фрезами.

¹⁾ В данном случае переплавляли сталь Р9.

Заключение

Проблема изготовления литого инструмента в основном решена как теоретически, так и практически. Целесообразность работы в этом направлении не подлежит сомнению. Изготовление литого инструмента упрощает технологию как механической, так и термической обработок, сокращает расход дефицитных и дорогостоящих сталей, позволяет использовать отходы, не ухудшая в то же время качества инструмента по сравнению с инструментом из ковanej стали.

Неизбежный недостаток литого инструмента, а именно, несколько повышенная хрупкость с успехом компенсируется повышенной красностойкостью и лучшими режущими свойствами.
